(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出顧公開番号 特開2002-327275

(P2002-327275A) (43)公開日 平成14年11月15日(2002.11.15)

(51) Int.Cl.		識別記号		FI			5	-73-1*(参考)
C 2 3 C	16/46			C 2 3	C 16/46			4K030
B01J	3/00			B 0 1	J 3/00		M	5 F 0 O 4
	3/02				3/02		L	5 F 0 3 1
H01L	21/3065			H01	L 21/31		С	5 F O 4 5
	21/31				21/68		R	
			審査請求	未酬求	離求項の数11	OL	(全 10 頁)	最終頁に続く

(21)出版番号 特職2001-135

特觀2001-135012(P2001-135012) 平成13年5月2日(2001.5.2) (71)出版人 000219967

東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 友吉 力

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放

送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100096910

弁理士 小原 章

最終頁に続く

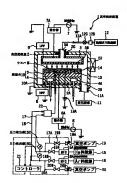
(54) 【発明の名称】 真空処理方法及び真空処理装置

(57)【要約】

(22)出贏日

【課題】 高温下での真空処理時にヘリウムガスをバックガスとして用いると、ヘリウムガスの圧力を下げて熱 に海性を制限する必要があるが、ヘリウムガスの場合に は低圧では被処理体の温度安定性が悪く、被処理体を目 標温度に制御することが難し、

【解決手段】 本発明の資産処理がおは、熱に減率の大 さい日 e ガスと熱に減率のかさい A r ガスの改置をそ れぞも短期に剥削する工程と、流量制御後の両ガスの圧 力をそれぞれ個別に検出する工程と、両ガスの效量及び 圧力に基づいてこれらのガスの供給を制御する工程と 優えている。



【特許請求の範囲】

【韓本項 1] 東空処理学の高限質師可能な起版台上 に被処理体を報鑑し、上記載置台と上記被近球体団に構 に関連サスを映起して展伝報を行与し、上記載置台を かして上記載処理体を目標頂度に制御して真空処理を施 す真空処理方法において、最近事事と異はするのなくと も一種質の無に転送力の改置をそれぞれ観別の事事 る工程と、流量制御後の上記名無伝導性ガスの圧力をそれ れぞれ個別に便付する工程と、上記名無伝導性ガスの 最及び圧力に基づいて上記名無伝導性ブスの供えを制御 する工程とを増えたことを特徴とする真空処理方法。

【請求項2】 真空処理室内の温度調節可能な裁量台上 に接処理体を報度し、上記機型台上記機型指係に続 法無性外名を拠して無法無性や行り、上記機型を かして上記機型理体を目標温度に制御して真空処理を施 す真空処理が法において、上記機型理体の目標温度がそ 処別期度度より上記載置音側の最近 処理の開始直接に少なくとも一種類の無伝導率の大きい 無伝導性ガスを併始し、上記機処理体の目標温度がその 初期度度より上記載置音側の反対側の温度の場合には上 配真空処理の開始直接でかなくとも一種類の無伝導率の かさい無伝導性ガスを併始するか、無伝導性ガスを供始 しないことを構造するか、無伝導性ガスを供給 しないことを特徴とする東空地理方法。

【線末項3】 真空処理な内の温度期前可能な必要を上 に被処理体を載鍵し、上記被置合と上記被処理体間に施 伝導性ガスを供給して無伝機社を付与し、上記域置合を 介して上記被処理体を目標温度な制御して真空処理を施 す真空処理方法において、上記被処理体が目標温度な速 した時には、無伝導車を異化する少なくもも二種類の無 50、計算を指すれるの性患を個別な物質する工程と、流量制御後 の上記名無伝導性ガスの圧力をそれや中間別に使出する 工程と、上記目標温度な即じて上記名無伝導性ガスの供 量及び圧力に落一九・て上記名無伝導性ガスの供給を制御 まる工程とを優先なととを検索する裏等処理が決。

【精末項4】上記目標温度を保持する時の上記名熱伝 郷性ガスそれぞれの基準速量比及び基準圧力比を予め求 め、上記名機に無機性ガスの構造を制御する工程では、上 記基準定量比及び基準圧力比を一定にして上記名熱伝導 性ガスの検注量及び総圧力をそれぞれ解倒して上記接処 埋体の温度を制御することを特徴とする請求項3に記載 40 の真空処理方法。

【精末項5 】 上記目報度より低い一定規定を保持する時の上記名無に課性ガスそれぞれの基準流量比及び基 順圧力比を予め求め、上記無に選性ガスの供給を制御する工程では、上記基準流量比及び基準で力したは多ついて 上記名無に選性ガスのうち、相対的に無に導率の大きい 無に導性ガスの波量を増減あるいはオンノオフして上記 接起業体の選度を制御することを特徴とする請求項3 に 北起め真定処理方法。

【請求項6】 上紀目標温度より低い一定温度を保持す

る時の上胚名熱伝感性ガスそれぞれの返客検重比及び基 呼圧力比を予め求め、上記機伝導性ガスの供給を制御す る工能では、上胚器等後重比及が基準圧力比に添っいて 上配名機伝導性ガスのうち、相対的に機伝導率のからい 熱伝端性ガスの登集を増減して上球接続環体の運動を 御することを特徴とする標本項3に記載の真空処理方 は

2

る工程と、流量制御後の上記名格に薄性ガスの従力をそれを利属に検出する工程と、上記名無に薄性ガスの流 電及び圧力に添わて上記名格に薄性ガスの供給を制御 する工程とを増えたことを特徴とする東空処理方法。 「確実現2」。東変理運営中の温度期可能で必確立し に渡見理4)。実変理理第中の温度期可能で必要性合 に渡り速度を発展し、上記載置台と上記練地理外間に に減性ガスを供給して新に薄性を付与し、上記載置台を がして上記練数件を目標組度に削着して真空処理をを 放めて上記練数件を目標組度に削着して真空処理を接 放り上記述を手が表が、は対したが表づれて 無に薄性ガスの流量を増減さたはオン/オフして上記被 地理体の温度を削削することを特徴とする確求項3に記 がして上記検数件を目標組度に削着して真空処理を 放りませまする。

【簿字項8】 上記目標温度より高い一定温度を保持する時の上記名熱応導性カスそれぞれの基本接重比及び落 東圧力比を予水め、上起熱産機性ガスの供給を制御する工程では、上起基準機能力及の外が基準プル比と基小ルセ 上記名熱伝導性ガスのうち、相対的に熱伝導率の大きい、 熱に滞性ガスのみの健業を増減して上記熱処理がの温度 を制御することを特徴とする論字項3に配載の真空処理 が法、

「譲末項 9 」上記目機位度を変更する時には、上記各 熱圧薄性ガスの上記器球境量比及び基準に力比を選集に して相対的に熱伝端率の大きい熱伝導性ガス及が相対的 に熱伝導率の小さい熱に端性ガスのいずけかを供給する か、熱伝導性ガスを供給しないことを特徴とする請求項 3~縁次導名に配載の重空処理方法。

【請求項10】上記日報温度を変更する工程において、変度後の目標温度が変更前の選度より上記録告閲 の鑑度の場合には上記目標温度の変更直接を少なくとも 一種類の熱伝導率の大きい熱伝導性ガスを供給し、逆 に、変度後の目標温度が変更前の値度より上記録告別 の反対制の過度の場合には上記目報量度の変更値後に少 なくとも一種類の熱伝導率のかさい熱伝導性ガスを供給 するか、熱伝導性ガスを供給しないことを特徴とする諺 末項3に記数の変色地質が点。

 スの流量及び/または圧力を制御するコントローラとを 備えたことを特徴とする真空処理装置。

[発明の詳細な説明]

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、真空処理方法及び 真空処理装置に関し、更に詳しくは、高真空、高温下で も安定した処理を行うことができ、しかも処理温度(以) 下、「目標温度」と称す。)を素早く切り替え、目標温 度を幅広く制御することができる真空処理方法及び真空 処理装置に関する。

[0002]

【従来の技術】従来の真空処理装置は、例えば、ウエハ 等の被処理体に対して真空処理を施す真空処理室と、真 空処理室内で被処理体を載置する温度調節可能な載置台 と、就贋台上の被処理体に所定の真空処理を施すために プラズマを発生させるプラズマ発生手段とを備え、ブラ ズマ発生手段を介して真空処理室内でプラズマを発生さ せ、載置台を介して目標温度に設定された被処理体に対 してエッチングや成膜等のプラズマ処理を施す。

【0003】ところが、上記載置台と被処理体には僅か 20 な隙間が形成され、との隙間が真空断熱層となって載置 台と被処理体の熱伝達が阻害される。そのため、截覆台 と被処理体間の隙間に熱伝導性ガスをバックガスとして 供給し、載置台と被処理体間の熱伝導性を改善し、被処 理体の温度を円滑に制御するようにしている。との場 合、熱伝導性ガスとしては従来から例えば熱伝導性に侵 れたヘリウムが広く用いられている。

【0004】一方、最近では、例えば図5に示すような ディープトレンチ構造等を得るプロセスでは被処理体に 対して高温(例えば、120℃以上)下でエッチングを 30 開始直後に少なくとも一種類の熱伝導率の大きい熱伝薬 施す必要が生じてきている。このように被処理体を高温 に制御する場合には ヘリウムガスの圧力を例えば3~ 5 Torrまで下げることにより熱伝導性を低下させてブラ ズマからの熱により彼処理体を昇温することがある。 [0005]

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、半導体 装置の微細化が進むに連れてディープトレンチ構造等の 漢形状を仕様通りに制御するための温度制御が難しくな り、特にディープトレンチプロセス等では前述のように あるが、ヘリウムガスの場合には前述のような低圧では 被処理体の温度安定性が悪く、被処理体を目標温度に制 御することが難しく、ひいてはディーブトレンチ構造等 の形状制御が極めて難しいという課題があった。更に、 図5に示すようなテーパ部T」と垂直溝部T。をステッ プエッチングにより形成する場合には、トレンチTの形 状に即して目標温度を素早く切り替える必要があるが、 載置台の温度を変えて被処理体の温度を切り替えるには 時間を要する。また、低圧ヘリウムガスでは目標温度を 業早く切り替えるととも難しい。また、特許第2635 50 を保持する時の上記名熱伝導性ガスそれぞれの基態流量

153号には熱伝道室がそれぞれ異なる熱伝道性ガスの 混合ガスを用いて熱伝導性を改善する発明が提案されて いるが、この技術では各熱伝導性ガスの混合率をきめ細 かく制御することが難しい。

【0006】本発明は、上記課題を解決するためになさ れたもの、高真空、高温下でも被処理体に対して安定し た処理を施すことができ、しかもステップエッチング等 のように複数の目標温度で処理する場合に目標温度を素 早く切り替えることができる真空処理方法及び真空処理 10 装置を提供することを目的としている。

[0007]

「課題を解決するための手段」本発明の確求項1に記載 の真空処理方法は、真空処理室内の温度調節可能な載置 台上に被処理体を載置し、上記載置台と上記被処理体間 に熱伝導性ガスを供給して熱伝導性を付与し、上記截着 台を介して上記被処理体を目標温度に制御して真空処理 を施す真空処理方法において、熱伝導率を異にする少な くとも二種類の熱伝導性ガスの流量をそれぞれ個別に制 御する工程と、流量制御後の上配名熱伝導性ガスの圧力 をそれぞれ個別に検出する工程と、上記名熱伝導性ガス の流量及び圧力に基づいて上記各熱伝導性ガスの供給を 制御する工程とを備えたことを特徴とするものである。 【0008】また、本発明の請求項2に記載の真空処理 方法は、真空処理室内の温度調節可能な截署台上に被処 理体を載置し、上記載置台と上記被処理体間に熱伝導性 ガスを供給して熱伝送性を付与し、上記載層台を介して 上記被処理体を目標温度に制御して真空処理を施す真空 処理方法において、上記被処理体の目標温度がその初期 温度より上記載置台側の温度の場合には上記真空処理の 性ガスを供給し、上記被処理体の目標温度がその初期温 度より上記載層台側の反対側の温度の場合には上記真空 処理の開始直後に少なくとも一種類の熱伝導率の小さい 熱伝導性ガスを供給するか、熱伝導性ガスを供給しない ととを特徴とするものである。

[0009]また、本発明の請求項3に記載の真空処理 方法は、真空処理室内の温度講節可能な載置台上に被処 理体を載置し、上記載置台と上記被処理体間に熱伝導性 ガスを供給して熱伝導性を付与し、上記載器台を介して ヘリウムガスの圧力を下げて熱伝導性を制限する必要が 40 上記被処理体を目標温度に制御して真空処理を施す真空 処理方法において、上記被処理体が目標温度に達した時 には、熱伝導率を異にする少なくとも二種類の熱伝導性 ガスの流量を個別に制御する工程と、流量制御後の上記 各熱伝導性ガスの圧力をそれぞれ個別に輸出する工程 と、上記目標温度に即して上記名執伝道性ガスの流量及 び圧力に基づいて上記各無伝導性ガスの供給を制御する 工程とを備えたことを特徴とするものである。

> 【0010】また、本発明の請求項4に記載の真空処理 方法は、請求項3に記載の発明において、上記目標温度

5 比及び基準圧力比を予め求め、上記各無伝導性ガスの供 給を制御する工程では、上記基準度費比及び基準圧力比 を一定にして上記名無伝導性ガスの総変量及び総圧力を それぞれ制御して上記絵処理体の温度を制御することを 特徴とするものである。

[0011]また、本発列の津水項らに社談の東空処理 方法は、請求項3に記載の乗明において、上記日標温度 より低い一定温度を保持するための上記名無に滞性ガス それぞれの基準波置比及び基準圧力比を予め求め、上記 無に海事を参加する工程では、上記基準減量比及び基準 10 圧力比に基づいて上記名無に滞せガスのうり、報告が 無に源事の大きい熱伝導性ガスのみの流量を増減あるい はオンノオフして上記接地理体の温度を制御することを 特徴とする他のである。

[0012]また。本発明の情求項8に記載の真空処理 方法は、請求項3に記載の発明において、上記日標温度 より低い一定温度を得するる時と起名無伝導性ガスや れぞれの基準進量比及び基準圧力比を予め求め、上記無 伝導性ガスの供給を制御する工程では、上記基準進量比 及び基準圧力比と基づいて上記を高速増大カスの後 相対的に無伝導率の小さい無伝導性ガスの後重を増減して 上記拠型様の温度を制御することを特徴とするもの である。

[0013]また、本発別の精米項下に起飲の変差処置 方法は、請求項3に配款の発明において、上記目標温度 より高い一定温度を保持する時の上記名無伝導性ガスぞ れぞれの登博途重比及び基準圧力比を予め求め、上記無 伝導性ガスの供給を制御する工程では、上記連床適量比 及び単圧が比ぐ基づいて上記名無伝導性ガスの流量を増減ま 30 たはオンノオフレて上記後地壁体の温度を制御すること を特徴とするものである。

[0014]また。本発明の柳東項8に記載の真空処理 方法は、錦東項3に記載の展明において、上記目標題度 より高い一定選性を保持する時の上記名無伝導性ガスそ れぞれの基準流量比及び基準圧力比を予め求め、上記 低深性な力の供給を制御する工程では、上記基準度量比 及び基準圧力比を基づいて上記券紙に素性ガスのうち。 相対的に無伝導率の大きい無伝導性ガスのみの液量を増 減して上記機処理体の温度を制御することを特徴とする 40 ものである。

【0015】また、本発明の精水項号に記載の変空処理 方法は、請求項3~情水項8のいずわか1項に記載の発 明において、上記目構選度を変更する時には、上記名無 伝導性ガイスの上述基準波量比及び基準圧力比を基準にし で相当的に無伝導率の大きい無伝導性ガス及び相当が 無伝導生ガスを供給しないことを特徴とするもので ある。

【0016】また、本発明の請求項10に記載の真空処 50 導入管5Aには配管12Aを介して処理ガス供給源12

理方法は、請求項9に記載の免明において、上記目標温度を変更する工程化おいて、変更後の目標温度が変更前 の個度より上記録者台側の遺仮の場合なは上記目程温度 の変更直後に少なくとも一種類の熱伝導率の大きい熱伝 導度より上記載者台側の変更面機の自体起度が変更前の 過度より上記載者台側の反対側の温度の場合には日間 標温度の変更直接に少なくとも一種類の熱伝導率の小さい熱伝導性ガスを供給しない。 にいたと参特後とするものである。

【0017】また、本発明の輸車項 11 に記載の真空処理英麗は、真空処理室内の直度備節の総数置合上に被 理禁羅は、真空処理室内の直度備節の総数置合上に被 地域本を整理し、記載置合と上記域を選権のに 性がスを供給し、無に減性を付与し、上記載置付を介し 上記載整理性を行り、上記載置合とくも二種類の 熱に減性ガスを供給するかなくとも二つのガス供給額 と、これらのガス供給面でわるのに場合される熱に導 性がスの変量をそれぞれ類似に側節する少なくとも二で変 制御された名熱に導性ガスの圧力をそれぞれ鑑別に検出 う区上が検出等のと、これらの流量が的球盤によって流量 制御された名熱に導性ガスの圧力をそれぞれ鑑別に検出 する圧力検出等の映出値に基づれて上地名無に環性ガスの は圧力検出等の映出値に基づれて上地名無に環性ガスの が建設がプまたは圧力を制御するコントローラとを備え たことを物機とするものである。

[0018]

20

【発明の実施の形態】以下、図1~図4に示す実施形態 に基づいて本発明を説明する。本実施形態の真空処理装 置1は、例えば図1に示すように、所望の高真空度を保 持することができる。表面がアルマイト加丁され日つ富 気的に接地された真空処理室2と、この真空処理室2内 の底面中央に配設され且つ被処理体(例えば、ウェハ) Wを載置する下部電振3と、この下部電振3を下方から 支持し且つ真空処理室2の底面に絶縁部材2Aを介して 配設された支持体4と、下部電極3と隙間を介して配設 され且つ中空状に形成された上部電極5とを備えてい る。下部電極3 には高周波電源6 が整合器6 A を介して 接続され、上部電振5には下部電振3よりも原治数の高 い高周波を印加する高周波電源7が整合器7Aを介して 接続されている。下部電極3にはハイパスフィルタ8が 接続され、上部電振5にはローバスフィルタ9が接続さ れている。尚、戴着台10は下部電極3及び支持体4か ら構成されている。

[0018]上記真空処理室2の底面には排気128が 形成され、Cの開気128には排気121が配管11 を介して接続されている。排気整置11度空を開室 2内を真空排気して所望の真空度を維持するようにして いる。上部電転ちし中中火にはガス等人等5ヵが形式 があった。カース等人を含まれている。そして、Cのガス等人管5丸が成立 処理室2の上面中央を貫通している。そして、Cのガス 第1862年に続いる。そして、Cのガス

が接続されている。この配管12Aには処理ガス供給源 12側から下液側に向けて液量制御装置12R及びバル ブ12Cが順次設けられ、 これら両者12B、 12Cを 介して真空処理室2内へ供給する処理ガスを所定流量に 制御する。上部電板5の下面には多数の7.5 Bが均等に 分散させて形成され、各孔5Bから真空処理室2内へ処 理ガスを均等に分數供給する。従って、排気装置11に よって真空処理室2内を真空引きすると共に処理ガス供 給源12から処理ガスを所定の流量で供給した状態で、 下部電振3及び上部電極5にそれぞれの高周波電力を印 10 る。 加し、真空処理室2内で処理ガスのブラズマを発生さ せ、載置台10上のウエハWに対して所定のブラズマ処 理 (例えば、エッチング) を施す。この裁獄台10には 温度センサ (図示せず) が装着され、温度センサを介し て載置台10上のウエハ▼の温度を常時監視している。 【0020】上記支持体4内には所定の冷媒(例えば、 従来公知のフッ素系流体、水等) が通る冷媒流路4Aが 形成され、冷媒が冷媒流路4Aを流れる間に下部電極3 が冷却され、下部電極3を介してウエハWを冷却し、ウ エハWを所望の温度に調整する。図1では冷媒流路4A 20 の流入口及び流出口は共に互いに離間した位置に図示さ れているが、冷媒流路4Aは、実際には例えば図2に示 すように、その流入□4Bが支持体4の外間縁部に形成 されていると共に流出口4Cが支持体4の中心からやや 偏倚した位置に形成され、これら両者4B、4Cが渦巻 き状に形成された2m以上の流路で連結されている。 図 2に示すように、冷媒の流入配管4D及び流出配管4E はそれぞれ互いに隣接して支持体4外周縁部近傍の下方 から下面まで立ち上がり、流入配管4Dの上端部が支持 の上端部が支持体4の下面に沿って流出口4Cまで延び ている。そして、動結件係数 (ν=μ/ρ) が倒えば2 ×10- m² /秒 (即ち、2センチストークス) の冷 媒が使用され、30L/分の流速で冷媒流路4A内に供 給され、との時のレイノルズ数 (Re=ud/ν)が例 えば3300以上に設定されている。以上の条件設定に より冷媒流路4A内で冷媒が乱流を形成し、熱交換効率 を高めることができる。

【0021】上記下部電極3上には静電チャック13が 配置され、静電チャック13には直流電源13Aに接続 40 されている。静電チャック13は直流電源13Aから高 電圧を印加されてウエハ♥を静電吸着する。下部電極3 の外周縁には静電チャック13を囲むフォーカスリング 14が配置され、フォーカスリング14を介してプラズ マをウエハWに集束させる。

【0022】而して、上記載置台10には熱伝導性ガス のガス流路10Aが形成され、ガス流路10Aは例えば 図3、図4に示すように載置台10の上面(正確には下 部電極3の上面)で二系統の第1、第2分岐流路10

統の複数の開口は二つの同心円上に分かれてそれぞれの 円周上に周方向等間隔を空けて配置されている。截置台 10 Fの静電チャック13表面には截層台10の F面の 二系統の開口と一致させた複数の第1、第2貫通孔13 B、13Cが形成されている。従って、熱伝導性ガスを ガス流路10A内に供給すると、熱伝導性ガスは第1. 第2分検流路10B、10Cを経由して第1、第2書通 孔13B、13Cから静電チャック13とウエハWの隙 間全体に均等に拡散し、隙間での熱伝道性を高めてい

【0023】関1に示すように上記ガス液路10点には 例えば熱伝導率を異にする二種類の熱伝導性ガス、即 ち、熱伝導率の大きい熱伝導性ガス (例えば、ヘリウム (He) ガス)及び熱伝導率の小さい熱伝導性ガス(例 えば、アルゴン (Aェ) ガス) を供給するHe供給源1 5及びAr供給源16がガス配管17、18を介して接 続されている。Heガス用のガス配管17には上流側か ち下流側に流量制御装置 (MFC) 15A及びパルプ1 5 Bが順次設けられ、流量制御装置 1 5 Aを介してHe ガスの流量を制御する。このガス配管17には分岐管1 7Aを介して真空ポンプ19が接続され、真空ポンプ1 9の排気量を可変パルブ19Aを介して制御する、Ar ガス用のガス配管18には上液側から下液側に溶量制御 装置 (MFC) 16A及びパルプ16Bが順次設けら れ、流量制御装置16Aを介してArガスの流量を制御 する。このガス配管18には分岐管18Aを介して真空 ポンプ20が接続され、真空ポンプ20の排気量を可容 バルブ20Aを介して制御する。更に、上記ガス配管1 7、18には圧力検出器15C、16Cが設けられ、と 体4の下面に沿って流入口4Bまで延び、流出配管4E 30 れら圧力検出器15C、16Cはそれぞれのガス配管1 7、18内を流れるHeガス及びArガスの圧力を個別 に検出する。圧力検出器15C、16CはいずれもA/ D変換器(図示せず)を介してコントローラ21に接続 され、コントローラ21は各圧力検出器15C. 16C の検出値に基づいて可変パルブ19A、20Bを開閉制 御してHeガス及びArガスの圧力を個別に制御する。 とのコントローラ21は流量制御装置15A、18Aを 介してHeガスとArガスの流量を管理している。従っ て、コントローラ21は両ガスの流量比、圧力比を演算 し、制御することができる。尚、19B、20Bはバル ブである。

【0024】上記各ガス配管17、18はそれぞれ混合 器22を介して上記ガス流路10Aに接続され、混合器 22内で均一に混合されたHeガス及びArガスが複合 熱伝導性ガスとして載置台10内のガス流路10A、第 1、第2分岐流路10B、10C及び第1、第2貫通孔 13B、13Cから静電チャック13とウエハW間の隙 間に達し、この隙間から載置台10の周囲へ拡散する。 尚、ガス流路10AにおいてHeガス及びArガスが均 B、100kの分かれてそれぞれ複数箇所で開口し、二系 50 一に混合されれば、混合器22は設けなくても良い。

尚、図1において、23はゲートバルブである。

【0025】本実施形態では、熱伝導率の大きいHeガ スと熱伝導率の小さいAェガスの流量及び圧力を個別に 制御することができるため、これらの熱伝道性ガスを載 置台10に供給する際に、HeガスとAェガスの流量比 及び圧力比を必要に応じて適宜制御することで複合熱伝 導性ガスの熱伝導率を制御し、もって截置台10の冷却 能力を高め、あるいは制限することができる。ステップ エッチング等のように目標温度を切り替える場合には、 し、目標温度を素早く切り替えることができる。ウエハ ₩の温度制御に関しては本発明の真空処理方法と一緒に

以下に詳述する。 【0028】次に、上記真空処理装置1を用いた本発明 の真空処理方法の一実施形態について説明する。本発明 の真空処理方法はウエハΨの処理段階に応じて複数種の 熱伝導性ガスの流量比、圧力比を適宜制御する点に特徴 がある。特に複数種の熱伝導性ガスを混合する直前に各 熱伝導性ガスの圧力を検出し、混合後の複合熱伝導性ガ スの各熱伝導性ガスの混合率を正確に制御し、ひいては 20 複合熱伝導性ガスの熱伝導率を正確に制御する点に特徴 がある。そこで、Heガス及びArガスの制御態様を中 心にしてウエハWの処理方法について以下説明する。 【0027】まず、ウエハWを真空処理室2内に扱入す る。即ち、ゲートバルブ23を開放し、図示しない撤送 機構を介して截置台10上にウエハWを截置した後、ゲ ートバルブ23を閉じる。排気装置11を介して真空処 理案2内を真空引きしながら処理ガス供給源12から上 部電板5内へ処理ガスを所定の流量で供給し、処理ガス の圧力を所定の真空度に保つ。この間、載置台10内で は冷媒流路4Aを冷媒が循環し、支持体4、下部電極3 及び静電チャック13を例えば-10~70°Cの範囲で

【0028】また、He供給源15及びAr供給源16 からはHeガス及びArガスを載置台10のガス流路1 0 Aに供給し、複合器2.2内で均一に混合したHeガス 及びArガスを複合熱伝導性ガスとして第1、第2分岐 流路10B、10C及び第1、第2貫通孔13B、13 Cを介して静電チャック13とウエハW間に供給し、静 40 電チャック13とウエハW間の熱伝導性を制御し、もっ て截覆台10とウエハW間の熱移動を制御することがで きる。この際、コントローラ21は複合熱伝導性ガスの 流量比及び圧力比を管理、制御することで静電チャック 13とウエハW間の熱伝導率を正確に制御することがで きる。つまり、ウエハWを高温 (例えば、120°C) で 処理する場合には静電チャック13とウエハW間の熱伝 漢率を小さくあるいは必要に応じて間欠的に断熱してブ ラズマ処理で昇級したウエハWから静電チャック13へ の熱移動を制限してウエハWを高温下で安定させる。ま 50 に到達させるととができる。逆にウエハWの目標温度が

制御している。

10 た、ウエハWを載置台10の温度に近い低温で処理する 場合には静電チャック13とウエハ♥間の熱伝導率を大 きくしてウエハWから静電チャック13への熱移動を促 進してウエハWを効塞良く冷却する。

【0029】上記複合熱伝導性ガスの流量比及び圧力比 を制御した状態で、上下両電極3、5にそれぞれ高周波 電力を印加して両電板3、5間にプラズマを発生させて 截着台10上のウェハWを所定の処理温度(目標温度) に制御しながらウエハWにステップエッチング等の所定 He ガスとAr ガスの液量比、圧力比等をその都序制御 10 のプラズマ処理を施す。処理後にはウエハWの換入時と は逆の手順でウエハWを真空処理室2外へ撤出する。 【0030】而して、本実施形態ではウエハWを処理す るに当たり、ウエハ♥の搬入時の温度(初期温度)と目 標温度の関係、目標温度に達した時、目標温度を切り替 える時によってHeガスとAェガスの流量比及び圧力比 を処理段階に即して制御する。両ガスの各段階における **凌量比及び圧力比は、予めウェハΨを実プロセスと同**─ 条件を想定して処理した時に得られたものを基準流量比 及び基準圧力比としてコントローラ21のメモリ(図示 せず) に予め登録しておく。基準流量比及び基準圧力比 を求める場合には、ウエハWの処理条件に応じてHeガ ス及びArガスを供給する際に、両ガスの所定流量をそ れぞれの流量制御装置15A、16Aに予め設定し、こ の設定液量に基づいて両ガスの液量を個別に制御する。 そして、流量制御後の両ガスの圧力をそれぞれの圧力検 出器15C、16Cを用いて個別に検出し、この時のウ エハWの温度を検出する。ウエハWが目標温度あるいは その前後の温度で一定になった時、それぞれの温度にお ける両ガスの液量及び圧力を基準液量及び基準圧力とし を真空処理室2全体に均等に拡散させ、真空処理室2内 30 てコントローラ21に登録し、両ガスの基準流量比及び 基準圧力比をも登録する。その後、これらの基準値に基 づいて両ガスの流量及び圧力を制御し、もってウェハ▼ 裏面の熱伝導率を制御してウエハWの温度を制御する。 この際、下記の式の温度条件を満たすことを前提とす る。但し、下記の式において、t;はバックガスを供給 せずウエハWがプラズマのみで加熱昇温して到達する温 度、t。はウエハ▼の目標準度、t。は截覆台10の湯 度と定義する。 $t_1 > t_2 > t_3$

【0031】実プロセスではウエハWの処理に際し、ウ エハWが載度台10 Lに載置された時点でウェハWの初 期温度を温度センサで検出する。ウエハ▼の目標温度が 初期温度より低く載置台10側の温度の場合には載置台 10を介してウエハ▼を冷却して初期温度から目標温度 まで下げる必要があるため、Ar供給源16のバルブ1 6Bを閉じ、He供給源15のバルブ15Cを開いて熱 伝導率の大きいHeガスのみを供給し、ウエハW裏面で の熱伝導率を大きくする。これによりウエハWから截署 台10への熱移動が大きく、ウェハ▼を素早く目標温度

12

初期温度より高く載置台10側の反対側の温度の場合に は載置台10の冷却能力を制限して初期温度から目標温 度まで素早く上げる必要がある。この場合にはHe供給 源15のバルブ15日を閉じ、Ar供給源16のバルブ 16 Bを開いて熱伝導率の小さいArガスのみを供給 し、熱伝導率を小さくしてウエハ▼を素早く目標温度に 到達させる。あるいはArガスを供給せず断熱してウエ ハ♥を素早く目標温度に到達させる。

【0032】ウエハWが目標温度範囲に到達した後に 定化させるには例えば基準液量比及75基準圧力比が異か る3つの方法が考えられる。例えば基準流量比及び基準 圧力比をウエハ▼が目標温度で一定になるように設定す る第1の方法、基準液量比及び基準圧力比を目標温度に 対してやや戴置台10の温度(目標温度より低い温度) 側で一定になるように設定する第2の方法、基準流量比 及び基準圧力比を目標温度に対して載置台10のやや反 対側の温度(目標温度よりやや高い温度)で一定温度に なるように設定する第3の方法がある。第1~第3の方 法を実施する場合には上述したように予めそれぞれの― 20 定温度を想定して両ガスの基準液量比及び基準圧力比を 予め求めておく。

【0033】第1の方法(基準流量比及び基準圧力比を ウエハWが目標派度で一定になるように設定する方法) の場合には、HeガスとArガスを併用し、コントロー ラ21が予め登録されている両ガスの基準流量比及び基 築圧力比に基づいて両ガスの流量及び圧力を制御し、換 言すればウエハWと静電チャック13間の複合熱伝導性 ガスの熱伝導率を制御してウエハ▼の温度を目標温度に なるように制御する。即ち、HeガスとArガスの流量 30 をそれぞれ流量制御装置15A、16Aを用いて個別に 基準流量に制御し、更に、流量制御後の両ガスの基準圧 力を圧力検出器 150、160を用いて個別に検出す る。コントローラ2 1 は圧力検出器 15 C、18 Cの検 出値に基づいて可変パルブ19A、20Aを開閉制御し て圧力比を基準圧力比に設定する。ウエハ温度が目標温 度から外れた場合には基準流量比及び基準圧力比を一定 にしたまま、コントローラ21は温度センサの輸出値に 基づいて両ガスの流量及び圧力を増減してウエハΨが目 Wの温度は目標温度を基準にして昇降温を繰り返し、ウ エハ温度の平均値が目標温度になる。

【0034】第2の方法(基準流量比及び基準圧力比を 目標温度よりやや低い温度側で一定になるように設定す る方法) の場合には、HeガスとArガスを併用し、コ ントローラ21が予め登録されている面ガスの基準済量 比及び基準圧力比に基づいてウェハWと静電チャック1 3間の複合熱伝導性ガスの熱伝導率を制御してウエハ▼ の温度を目標温度よりやや低い温度が一定温度に一定に なるようにする。即ち、HeガスとArガスの流量をそ 50 eガスの流量を増やして載置台10の冷却能力を高め

れぞれ液量制御装置15A、16Aを用いて個別に基準 流量に制御し、更に、流量制御後の両ガスの基準圧力を 圧力検出器 15 C、16 Cを用いて個別に検出する。コ ントローラ21は圧力検出器150、160の検出値に 基づいて可変パルブ19A、20Aを開閉制御して圧力 比を基準圧力比に設定する。ウエハ温度が目標温度より 低い側に所定の制御範囲から外れた場合には基準流量比 及び基準圧力比を基準としてコントローラ21が温度セ ンサの検出値に基づいてHeガスのみの液量を低減ある は、その温度を目標温度で安定化させる。目標温度で安 10 いはオフして熱伝導率を低下させてウェハΨが目標温度 になるように制御する。その後Heガスのみの流量を増 減あるいはオン、オフして熱伝導率を上下させてウェハ Wが目標温度になるように制御する。この操作によって ウエハ▼の温度は目標温度より低い側から目標温度を中 心に昇降温を繰り返し、ウエハ温度の平均値が目標温度 になる。また、この方法ではHeガス及びArガスの基 準流量比及び基準圧力比を基準にしてArガスのみの流 量を増減しても同様にウエハ温度を目標温度に制御する ことができる.

【0035】第3の方法(基準流量比及び基準圧力比を 目標温度よりやや高い温度側で一定温度になるように設 定する方法)の場合には、HeガスとArガスを併用 し、コントローラ21が予め登録されている両ガスの基 準流量比及び基準圧力比に基づいてウエハ▼と静電チャ ック13間の複合熱伝導性ガスの熱伝導事を制御してウ エハWの温度を目標温度よりやや高い温度で一定温度に なるようにする。即ち、HeガスとArガスの液量をそ れぞれ流量制御装置15A、18Aを用いて個別に基準 流量に制御し、更に、流量制御後の両ガスの基準圧力を 圧力検出巻150、160を用いて個別に検出する。コ ントローラ21は圧力検出器15C、16Cの検出値に 基づいて可変パルブ19A、20Aを開閉制御して圧力 比を基準圧力比に設定する。ウエハ温度が目標温度より 高い側に所定の制御範囲から外れた場合には基準流量比 及び基準圧力比を基準としてコントローラ21が温度セ ンサの検出値に基づいてHeガスのみの液量を増加して 熱伝導率を上昇させてウエハW温度を低下させ目標温度 になるように制御する。その後Heガスのみの液量を増 して熱伝導率を上下させてウエハΨが目標温度になるよ 標温度になるように制御する。この操作によってウエハ 40 うに制御する。この操作によってウエハWの温度は目標 温度より高い側から目標温度を中心に昇降温を繰り返 し、ウエハ温度の平均値が目標温度になる。また、との 方法ではHeガス及びArガスの基準流量比及び基準圧 力比を基準にしてArガスのみの流量を増減あるいはオ ン、オフしても同様にウエハ温度を目標温度に制御する **ととができる。**

> 【0036】目標温度を数署台10側の温度に変える場 合、換言すれば目標温度より低い温度に変える場合には Arガスの供給を止め、Heガスのみを供給するか、H

14

(8)

る。この操作により裁置台10の冷却能力が高まってウ エハ温度を素早く下げることができる。逆に目標温度を 載置台10側の反対側の温度に変える場合、換言すれば 目標温度より高い温度に変える場合にはHe ガスの供給 を止め、Arガスのみを供給するか、Arガスの流量を 減らし、あるいはオフして載置台10の冷却能力を低め る。この操作により就置台10の冷却能力が低下してウ エハ温度を素早く上げることができる。

【0037】ステップエッチングにおいて、プロセス中 Arガスの供給を止め、Heガスのみを供給するか、H e ガスの流量を増やして載置台10の冷却能力を強めて ウエハ温度を素早く次の目標温度まで下げることができ る。逆にプロセス中に目標温度をそれまでの目標温度よ り高くする場合Heガスの供給を止め、Aェガスのみを 供給するか、Aェガスの液量を減らし、あるいはオフレ て載置台10の冷却能力を弱める。この操作により載置 台10の冷却能力が低下してウェハ温度を素早く次の目 標温度まで上げることができる。そして、ウエハ▼が次 の目標温度を基準とした所定の温度範囲に到達したら上 20 述した第1~第3の方法を用いてウェハWの温度を目標 湿度になるように制御する。

【0038】Heガス及びArガスをウェハ処理の初期 段階から制御段階へ切り替えるタイミングは、例えば高 度センサでウエハΨの温度を監視し、温度センサの検出 値に基づいてコントローラ21によって決定する。ま た、Heガス及びArガスもの制御段階においても例え ば温度センサも検出値に基づいてウェハ温度を制御す 3.

【0039】以上説明したように本実施形態によれば、 バックガスであるHeガス及びArガスを混合する直前 にこれら両ガスの流量及び圧力を検出し、両ガスの供給 量を正確に検出し、両ガスの混合率を正確に求めること ができるため、ウエハ▼の処理段階に応じて複合熱伝導 性ガスの熱伝導率を正確且つ確実に制御し、ひいてはエ ッチング時には正確に満形状を制御することができる。 また、Heガス及びArガスの基準液量比及び基準圧力 比を基準にして両ガスの流量及び圧力を個別に増減しあ るいは供給を止めて複合軸伝導性ガスの熱伝導家を制御 することができるため、高温下で処理する場合には制御 40 15 He供給龈(ガス供給源) 性の悪い低圧のHeガスに代えてArガスを使い、高温 下であってもウエハWの湿度安定性を確保することがで きる。更に、プロセス中に温度を変化させる場合にも、 Heガス及びArガスの流量及び圧力を個別に制御して 熱伝導率を自由に大きくしたり小さくしたりしてウェハ ₩の昇降温を素早く行うことができる。従って、図5に 示すディープトレンチ構造の溝を形成するステップエッ チングの場合には正確に形状制御を行うことができる。

【0040】尚、本発明は上記実施形態に何等制限され るものではない。温度条件としてt,>t,>t,を満 たすことを前提としたが、プラズマを生成しない装置等 でt',くt。くt。(t',はウエハ初期温度)の温 度条件においても用いることができる。また、上記実施 形態では熱伝導性ガスとして、熱伝導率の大きいHeガ スと、熱伝導率の小さいArガスを例に挙げて説明した が、必要に応じて処理に影響を及ぼすことのないキセノ ン等の不活性ガスを用いることができる。要は熱伝導率 に目標温度をそれまでの目標温度より低くする場合には 10 を異にする熱伝道性ガスを適宜組み合わせ、それぞれの 流量比及び圧力比を求めた後、これらのガスを適宜混合 した複合動伝導性ガスの動伝道率を被処理体の処理段階 に即して制御する方法であれば本発明に包含される。ま た。上記実施形態では真空処理装置として高周波電力を 用いたエッチング装置を例に挙げて説明したが、その他 マイクロ波等を用いたエッチング装置は勿論のこと、エ ッチング装置以外の成績装置等にも本発明を適用するこ とができる。また、被処理体はウエハに制限されるもの ではない。

[0041]

【発明の効果】本発明の請求項1~請求項11に記載の 発明によれば、高真空、高温下でも被処理体に対して安 定した処理を施すことができ、しかもステップエッチン が等のように複数の目標温度で処理する場合に目標温度 を素早く切り替えることができる真空処理方法及び真空 処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

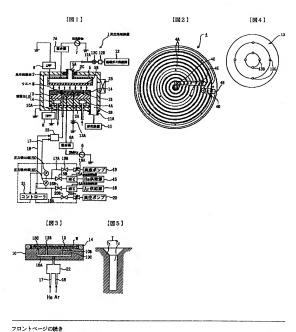
【図1】本発明の真空処理装置の一実施形態を示す構成 例である

30 【図2】図1に示す支持体の冷媒流路を示す水平方向の 貯面図である。

【図3】図1に示す截置台の構造を概念的に示す断面図

【図4】図3に示す静電チャックを示す平面図である。 【図5】ディープトレンチの断面構造を示す図である。 【符号の説明】

- 1 直空処理装置
- 2 真空処理室 10 数署台
- 15A 流量制御装置
 - 150 圧力輸出器
 - 16 Ar供給源(ガス供給源)
 - 16 A 流量制御装置 160 圧力検出器
 - 21 コントローラ
 - ₩ ウエハ (被処理体)



(31)Int.Cl.* 識別記号 FI 7*2-F(參考) H01L 21/302 C Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 HA12 JA05 JA09

JA10 KA23 KA41

SF004 AA16 BA09 BB25 BB26 CA04

5F031 CA02 HA16 HA37 HA38 HA39 JA45 JA46 JA47 JA51 MA28

MA32 NA04

SF045 BB08 DP03 EB02 EJ03 EJ10

EK10